

사회취약계층 가정의 실내 유해 인자 농도와 아토피피부염

서성철¹, 강인순¹, 임수길², 정지태^{1,3}, 유 영^{1,3,4}

¹고려대학교 안암병원 천식환경보건센터, ²한국환경산업기술원, 고려대학교 의과대학 ³소아과학교실 · ⁴알레르기면역연구소

Indoor air pollutants and atopic dermatitis in socioeconomically disadvantaged children

Sung Chul Seo¹, In Soon Kang¹, Soo Gil Lim², Ji Tae Choung^{1,3}, Young Yoo^{1,3,4}

¹Environmental Health Center for Childhood Asthma, Korea University Anam Hospital, Seoul; ²Korea Environmental Industry & Technology Institute, Seoul;

³Department of Pediatrics, ⁴Allergy and Immunology Center, Korea University College of Medicine, Seoul, Korea

Purpose: The aims of this study were to examine indoor concentrations of air pollutants in socioeconomically disadvantaged houses and to investigate relationships between indoor air pollutant levels and the severity of atopic dermatitis (AD).

Methods: A total of 54 children who had a past history or current symptoms of AD were enrolled in the study. To evaluate the levels of indoor air pollutants, we measured concentrations of CO₂, total volatile organic compounds (TVOC), formaldehyde, particulate matter with diameter less than 10 μm (PM₁₀), airborne mold and numbers of house dust mite (HDM) in dust of the children's houses. All studied subjects completed physical examination for the severity of AD and blood tests.

Results: Although the mean (± standard deviation [SD]) concentration of indoor CO₂ (600.6 ± 179.4 ppm) was lower than the standard recommended levels of multiplex buildings in Korea, there was a significant correlation between CO₂ concentrations and the severity of AD ($r=0.302$, $P=0.030$). The geometric means (range of 1 SD) of TVOC (42.5 μg/m³ [22.2–81.5]), formaldehyde (24.3 μg/m³ [15.0–39.9]), PM₁₀ (26.6 μg/m³ [14.6–48.4]), and airborne mold (49.9 CFU [colony forming unit]/m³ [26.3–94.6]) were not significantly higher than the standard recommended levels of multiplex buildings. Two-thirds of the subjects were sensitized to at least 1 of the common allergens.

Conclusion: Generally, indoor air pollution was not serious in socioeconomically disadvantaged households. However, indoor CO₂ concentrations are closely related to the severity of AD in children living in socioeconomically disadvantaged houses. Environmental amelioration targeting vulnerable population may improve the quality of life and decrease the prevalence of environmental allergic diseases. (*Allergy Asthma Respir Dis* 2015;3:206-212)

Keywords: Atopic dermatitis, Child, Indoor air pollution

서론

근래 생물화학물질 등 각종 환경 유해 요인으로 인한 건강문제가 지속적으로 대두되고 있는데, 특히 현대인에게서 실내에 머무르는 시간이 증가하면서 실내 환경 요인에 의한 건강 유해성에 대한 관심이 높아지고 있다. 가정 내 공기 중에 존재하는 유해화학물질, 생물학적 요인과 집먼지진드기와 같은 주요 실내 알레르겐은 만성 환경성 알레르기 질환과 깊은 관계가 있다.^{1,2)}

아토피피부염은 피부의 만성 재발성 염증 질환이며 유전적인 요인 이외에도 환경 요인과의 관련성도 제시되고 있다.³⁾ 예를 들어, 침수된 주택에서의 곰팡이 노출은 소아 천식, 비염, 아토피피부염의 위험도를 증가시키며,⁴⁾ 실내 건축자재나 페인트 등에서 방출되는 유해물질들은 아토피 피부 질환을 악화시키는 위험성을 가진다고 보고되고 있다.^{5,6)}

환경 유해 인자 노출은 일반인들보다 특히 경제적 이유 등으로 어려움을 겪고 있는 사회취약계층에 더 집중될 가능성이 높다.^{7,8)}

Correspondence to: Young Yoo

Department of Pediatrics, Korea University Anam Hospital, 73 Incheon-ro, Seongbuk-gu, Seoul 136-705, Korea
Tel: +82-2-920-5090, Fax: +82-2-922-7476, E-mail: yoolina@korea.ac.kr

Received: January 30, 2015 Revised: April 17, 2015 Accepted: April 17, 2015

© 2015 The Korean Academy of Pediatric Allergy and Respiratory Disease

The Korean Academy of Asthma, Allergy and Clinical Immunology

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative

Commons Attribution Non-Commercial License

(<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>).

사회경제적 취약집단은 열악한 주거환경과 낮은 사회적 지위로 인하여 여러 환경 위험 인자에 대한 노출량이 많을 뿐만 아니라 의료 서비스의 부족, 영양 불균형, 행동 양식 등으로 이들에게 미치는 건강상의 영향은 더욱 커지게 되어, 환경 형평성(environmental justice) 관점에서 사회취약계층의 환경 관리에 대한 더 큰 관심과 관리가 필요한 상태이다.

아직까지 우리나라에서 사회취약계층 가구에 대한 환경 유해 요인과 알레르기 질환과의 연관성에 대한 연구 및 저감 노력은 매우 미흡한 상태이다. 이에 본 연구에서는 사회적으로 취약한 계층이 거주하는 공간에서 실내 환경 유해 인자의 노출 수준을 평가하고 아토피피부염과의 연관성을 조사하고자 하였으며, 나아가 환경 유해 요인 측정은 사회취약계층에서 소아 알레르기 질환의 원인을 파악할 수 있고, 실내 환경 진단 사업은 환경 개선의 기초 자료로 사용될 수 있을 것이다.

대상 및 방법

1. 연구 대상

환경부는 2014년 4월 1일부터 12월 31일까지 기초생활수급 대상 가정, 한 부모 가정, 조손 가정 또는 다문화 가정과 같은 '사회취약계층'을 대상으로 실내 환경 개선지원 사업을 실시하였다. 사업은 한국환경산업기술원을 통하여 사회취약계층 가정의 실내 유해 인자 농도를 측정하고, 아토피피부염 소아를 대상으로 무료 진료 및 상담을 하는 것으로 이루어져 있다. 이에 본 연구에서는 환경개선 지원 대상으로 선정된 가구 중 과거에 의사로부터 아토피피부염으로 진단받았거나 또는 현재 증상을 가지고 있는 소아 54명을 환경성 아토피피부염 질환 진료 대상자로 선정하였다. 선정된 소아는 고려대학교 안암병원 환경보건센터에서 아토피피부염 관련 진료 및 검사를 시행 받았다. 아토피피부염의 진단은 Hanifin과 Rajka의 기준에 따라 주증상 3가지, 부증상 3가지 이상을 만족하는 경우로 판단하였으며,⁹⁾ 임상적 중증도는 동일한 측정자가 SCORAD (SCORing Atopic Dermatitis) index를 이용하여 평가하였다.¹⁰⁾ 이들의 후향적 의무기록분석을 통해 환경 유해 인자 농도와 아토피피부염과의 관련성을 살펴보았다. 본 연구는 고려대학교 안암병원 기관생명윤리심의위원회의 승인을 받았다(AN14342-001).

2. 대상자 혈액 및 폐기능검사

1) 혈액 호산구 지표 검사

대상자의 전완전부의 정맥혈을 채혈하여, 유세포분석(flow cytometry)으로 백혈구 수와 백혈구 감별 계산(백분율)하여 혈액 호산구 분율을 측정하였다. 호산구 양이온 단백질 농도는 면역학적 검사 방법으로 대상자의 혈청을 항 호산구 양이온 단백질 결합 브롬화 시안 활성 스폰지 매트릭스(antieosinophil cationic protein-bind-

ing cyanogen bromide-activated cellulose spongelike matrix)가 들어있는 이뮤노캡(ImmunoCAP, Phadia AB, Uppsala, Sweden)에 넣고, 검체 내 호산구 양이온 단백질과 항원-항체 면역반응을 일으키면 이를 항 호산구 양이온 단백질 효소 결합체(anti-eosinophil cationic protein enzyme conjugate)와의 반응을 이용해 농도를 정량화하였다.

2) 알레르겐 감작 검사

혈청 총 면역글로불린 E (IgE) 농도는 Coat-A-Count Total IgE IRMA (Diagnostic Products Co., Los Angeles, CA, USA)로 측정하였다. 우리나라 주요 흡입 및 식품 알레르겐에 대한 감작 여부는 multiple allergen simultaneous test (MAST)로 확인하였다. 간단히 방법을 설명하면, MAST (Chemiluminescent Allergy System, Inc., Mountain View, CA, USA) pette test chamber에 혈청을 넣은 후 실온에서 16시간 방치 후, pette test chamber를 완충액으로 세척 후 효소 표지 항체를 넣고 실온에 1시간 방치하였다. 3회 세척 후 발광시약을 pette chamber에 가하여 광 카세트 위에 놓고, 그 밑에 폴라로이드 필름을 고착시키고 실온에서 약 10분간 건조시켜서 인화된 폴라로이드 필름의 광 투과도를 밀도 측정기로 측정하였다. 각 알레르겐들을 다음과 같이 집먼지진드기 항원(*Dermatophagoides pteronyssinus*, *Dermatophagoides farinae*), 동물 비듬 항원(cat, dog), 화분 항원(alder, oak, ryegrass, mugwort, ragweed, Japanese hop), 곰팡이 항원(*Aspergillus*, *Alternaria*, *Candida* species), 바퀴벌레 항원(cockroach), 그리고 식품항원(milk, soy bean, egg white, wheat, shrimp, peanut) 등 6개 군으로 나누어 분류하였다. 양성 기준은 class 2 이상으로 하였다.

3) 폐기능검사

폐기능검사는 협조가 가능한 소아에서만 미국흉부학회와 유럽호흡기학회의 지침¹¹⁾에 따라 시행하였다. 폐기능 측정기(1022 Digital spirometer, VIASYS, Palm Springs, CA, USA)를 이용하여, 1초간 노력성호기량(forced expiratory volume in one second, FEV₁), 노력성폐활량(forced vital capacity, FVC)과 노력성중간호기유량(forced expiratory flow at 25%–75% of forced vital capacity, FEF_{25%–75%})을 측정하였으며, 3회 측정된 값 중 가장 높은 수치를 택하였다.

4) 호기산화질소 농도 측정

호기산화질소 농도 측정은 협조가 가능한 소아에서만 상용 측정기(Niox Mino, Aerocrine AB, Solna, Sweden)를 이용하였다. 일반적인 측정 원칙은 기기설명서와, 미국흉부학회 지침¹²⁾에 따라 2회 검사를 시행하였다. 대상자는 1시간 이내에 음식을 섭취하거나 운동하는 것을 삼가고 편안한 상태의 앉은 자세에서 측정하였고 측정값은 parts per billion (ppb)으로 표시하였다. 각 대상자는 코

마개를 하고 마우스피스를 물고 일방 통로를 통해 총폐용량까지 숨을 들이쉬 후 즉시 50 mL/sec의 속도에 맞추어 천천히 불어 내었으며 목표 호기속도와 실제 호기속도를 측정기 화면에 도시하여 피검자가 정해진 속도를 유지하도록 하였다. 이때, 5-10 cmH₂O의 압력이 걸리게 하여 피검자의 구개범인두공(velopharyngeal aperture)이 닫히게 하여 비강 내 산화질소가 호기 중에 섞여 나오지 않게 하였다.

3. 실내 환경 유해 인자 측정

사회취약가구에 대한 실내 환경 측정은 2014년 5월에서 11월까지 실시하였으며, 각 항목별 측정 및 분석 방법은 아래와 같다.

1) 실내 화학적 유해 인자(이산화탄소, 총휘발성 유기화합물,

포름알데하이드) 농도 측정

실내 이산화탄소 농도는 직독식 기기(IQ-410, GrayWolf Sensing Solutions, Shelton, CT, USA)를 이용하여 측정하였다. 총휘발성 유기화합물 측정 및 분석은 질량분석계를 이용한 고체흡착열탈착법(thermal desorption-gas chromatography/mass spectrometry)으로 하였다.¹³⁾ 시료는 mini volume air sampler (MP-Σ100H, SIBATA)를 이용하여 0.05 L/min에서 0.1 L/min 유속으로 30분간 2회 연속 포집하였으며, 포집이 완료된 시료는 고체흡착관의 마개를 닫고 알루미늄 호일로 밀봉하여 분석 전까지 4°C로 냉장보관하였다. 포집된 시료는 열탈착기를 이용하여 탈착 후 가스크로마토그래프 질량분석기(HP5890 series II, 5970 series, USA/APK2100)를 이용하여 정성 및 정량분석하였다. 공기 중 포름알데하이드 농도 측정의 경우 2,4-디니트로페닐히드라진(2,4-dinitrophenylhydrazine)으로 코팅된 실리카겔을 포함하고 있는 카트리지를 이용하여 실내 공기 중의 포름알데하이드를 채취하였으며(1.2 L/min의 유속으로 30분간 연속 2회 채취), 고성능액체크로마토그래피인 HPLC (Shimadzu LC-10AD, Shimadzu, Kyoto, Japan)를 이용하여 분석하였다.

2) 실내 부유 진균 농도 측정

실내 부유 진균의 농도는 본 연구자들의 이전 연구에서 사용한 방법과 유사하게 측정하였다.⁴⁾ 간략히 설명하면, 1단 Andersen 샘플러(Andersen Instruments, Atlanta, GA, USA)를 채취하는 지점의 바닥으로부터 120-150 cm의 높이에 설치하여, 20-100 L/min의 유속으로 2회 연속 포집하였다. 포집한 배지는 25°C에서 96시간 배양하여, 배지 위의 진균 집락수(colony forming unit, CFU)를 계수하고 채취한 실내 공기량(m³)으로 나누어 단위 체적당 집락수(CFU/m³)를 최종적으로 산출하였다.

3) 실내 집먼지진드기 농도 측정

각 대상자의 가정을 방문하여 집먼지진드기 검색을 위해 침실

또는 거실 바닥에서 진공청소기(V-582T, LG, Seoul, Korea)를 개량하여 흡입구 부근에 먼지 공기필터를 끼워서 채집대상물 면적 중 1 m×1 m의 크기에서 1분 동안 먼지를 채집하였다. 청소를 하지 않은 상태에서 수거하여 집먼지진드기 검출 전까지 -4°C에서 냉동보관하였다. 수집된 검체에서 50 mg씩의 먼지를 정량하여 lactophenol에 3-4일간 담구어 진드기를 탈색시킨 후 진드기 충체를 현미경으로 계수하였다.

4) 미세먼지(particulate matter with diameter less than 10 μm, PM₁₀) 농도 측정

미세먼지의 측정은 광산란법의 원리를 이용한 직독식 장비(GT-331, Met One Instrument Inc., Grants Pass, OR, USA)를 이용하여, 2.83 L/min의 유량으로 30분간 연속 측정하였다. 분당 측정된 값의 평균에 흡입된 공기량을 고려하여 최종 μg/m³ 단위로 표시하였다.

4. 통계 분석

통계 분석은 PASW Statistics ver. 18.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 이용하였다. 일반적으로 혈액 측정값은 필요에 따라 평균 ± 표준편차 또는 기하평균(1 표준편차의 범위)으로 표시하였다. 환경 유해 인자 중 이산화탄소 수치를 제외한 나머지 인자들의 측정값은 로그 전환하여 계산하고 기하평균(1 표준편차의 범위)으로 표시하였다. 아토피피부염 중증도를 나타내는 SCORAD index와 환경 인자와의 상관관계는 Pearson correlation test를 실행하여 분석하였으며 P값이 0.05 미만일 때 통계적으로 유의한 것으로 판단하였다.

결 과

1. 대상자의 특성

대상자는 총 54명으로 평균 나이는 7.4 ± 3.4세였으며, 남아가 29명 여아가 25명이었다. 혈액 헤모글로빈치는 12.8 ± 0.7 g/dL, alanine aminotransferase는 16.3 ± 10.7 IU/L, aspartate aminotransferase는 29.4 ± 7.3 IU/L로 정상범위이었으며, 총콜레스테롤 농도는 149.0 ± 22.7 mg/dL이었다. 혈청 총 IgE 농도의 기하평균(1 표준편차의 범위)은 79.8 IU/mL (13.9-459.4 IU/mL), 혈액 호산구 비율은 2.94% (1.32%-6.55%) 및 혈청 eosinophil cationic protein 농도는 11.7 μg/L (5.05-27.1 μg/L)이었다. 평균 SCORAD index는 17.3 ± 16.5로 나타났다(Table 1).

2. 폐기능검사와 호기산화질소 농도

폐기능검사와 호기산화질소 농도 측정은 협조가 가능한 22명에서 시행하였으며, 대상자들의 FEV₁ 예측치는 92.3% ± 10.4%, FVC 예측치는 93.6% ± 9.3%, FEV₁/FVC는 90.4% ± 3.5%, FEF_{25%-75%} 예

측치는 $103.3\% \pm 20.5\%$ 로 측정되었고, 호기산화질소 농도는 20.5 ppb (11.0–38.1 ppb)이었다(Table 2).

3. 알레르겐 감작 결과

대상자에서 흡입 및 식품 알레르겐을 총 6개군으로 나누어 감작의 빈도를 분석한 결과 집먼지진드기 항원 양성 14명(25.9%), 동물 비듬항원 양성 3명(5.6%), 화분항원 양성 5명(9.3%), 곰팡이항원 양성 3명(5.6%), 그리고 식품항원 양성이 12명(22.2%)으로 나타났다(Table 3).

4. 실내 유해 인자 농도

Table 4는 대상자 가정의 실내 유해 인자 농도를 측정한 결과이다. 이산화탄소 농도는 600.6 ± 179.4 ppm이며 대상자 중 3명의 가정은 우리나라 다중이용시설 기준치(1,000 ppm)를 초과하였다. 대상자 가정의 총휘발성 유기화합물 농도는 $42.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (22.2–81.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)이고, 포름알데하이드 농도는 $24.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (15.0–39.3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)이며, 실내 부유 진균은 $49.9 \text{ CFU}/\text{m}^3$ (26.3–94.6 CFU/m^3)로 나타

났다. 집먼지진드기에 대한 감작을 일으키는 데 필요한 진드기 수로 알려져 있는 먼지 1 g당 집먼지진드기 개체 수 100마리 이상을 보이는 대상자는 4명(7.4%)이었으며 평균(1 표준편차의 범위)은 36.2마리(16.6–79.0마리)로 조사되었다.

5. 아토피피부염 중증도(SCORAD)와 실내 유해 인자 농도와의 연관성

대상군에서 환경 유해 인자 중 이산화탄소 농도는 SCORAD index와 유의한 양의 상관관계를 나타내었으며($r = 0.302$, $P = 0.030$) (Fig. 1), 총휘발성 유기화합물($r = 0.263$, $P = 0.060$) 집먼지진드기 개체수도($r = 0.261$, $P = 0.062$) 비슷한 경향을 보였다. 기타 다른 환경

Table 3. Prevalence of sensitization to the allergen groups in the studied subjects

Allergen group	No. of positive cases (%)
House dust mite	14 (25.9)
Animal dander	3 (5.6)
Pollen	5 (9.3)
Mold	3 (5.6)
Cockroach	0 (0)
Food	12 (22.2)

House dust mite: *Dermatophagoides pteronyssinus*, *Dermatophagoides farinae*; Animal dander: cat, dog; Pollen: alder, oak, ryegrass, mugwort, ragweed, Japanese hop; Mold: *Aspergillus*, *Alternaria*, *Candida species*; Cockroach, Food: milk, soy bean, egg white, wheat, shrimp, peanut.

Table 4. Concentrations of indoor pollutants in dwellings of the studied subjects

Indoor pollutant	Value
CO ₂ (ppm)	600.6 ± 179.4
Total VOC ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	42.5 (22.2–81.5)
Formaldehyde ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	24.3 (15.0–39.9)
PM ₁₀ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	26.6 (14.6–48.4)
Airborne mold (CFU/m^3)	49.9 (26.3–94.6)
House dust mite (n)	36.2 (16.6–79.0)

Values are presented as mean \pm standard deviation (SD) or geometric mean (range of 1SD).

VOC, volatile organic compounds; PM, particulate matter; CFU, colony forming unit. House dust mite: *Dermatophagoides pteronyssinus*, *Dermatophagoides farinae*.

Table 1. General characteristics of subjects in this study

Characteristic	Value
Age (yr)	7.4 ± 3.4
Boys/girls	29/25
SCORAD index	17.3 ± 16.5
Hemoglobin (g/dL)	12.8 ± 0.7
ALT (IU/L)	16.3 ± 10.7
AST (IU/L)	29.4 ± 7.3
Total cholesterol (mg/dL)	149.0 ± 22.7
Blood eosinophil (%)	2.94 (1.32–6.55)
Eosinophil cationic protein ($\mu\text{g}/\text{L}$)	11.7 (5.05–27.1)
Total IgE (IU/mL)	79.8 (13.9–459.4)

Values are presented as mean \pm standard deviation (SD) or geometric mean (range of 1SD).

SCORAD, SCORing Atopic Dermatitis; ALT, alanine aminotransferase; AST, aspartate aminotransferase.

Table 2. Pulmonary function parameters and FeNO levels of the studied subjects

Parameter	Value
FEV ₁ (%predicted)	92.3 ± 10.4
FVC (%predicted)	93.6 ± 9.3
FEV ₁ /FVC (%)	90.4 ± 3.5
FEF _{25%-75%} (%predicted)	103.3 ± 20.5
FeNO (ppb)	20.5 (11.0–38.1)

Values are presented as mean \pm standard deviation (SD) or geometric mean (range of 1SD).

FEV₁, forced expiratory volume in one second; FVC, forced vital capacity; FEF_{25%-75%}, forced expiratory flow at 25%–75% of forced vital capacity; FeNO, fractional exhaled nitric oxide.

Table 5. Associations between SCORAD index and, health outcomes and indoor pollutants levels in dwellings of the studied subjects

Health outcome	<i>r</i>	<i>P</i> -value	Indoor pollutants	<i>r</i>	<i>P</i> -value
Hemoglobin	−0.099	0.485	CO ₂	0.302	0.030
Total cholesterol	−0.092	0.303	Total VOC	0.263	0.060
Eosinophil	0.184	0.190	Formaldehyde	0.106	0.454
Total IgE	0.135	0.338	Airborne mold	0.135	0.340
FEV ₁ /FVC	−0.099	0.662	House dust mite	0.261	0.062

SCORAD, SCORing Atopic Dermatitis; FEV₁, forced expiratory volume in one second; FVC, forced vital capacity; VOC, volatile organic compounds.

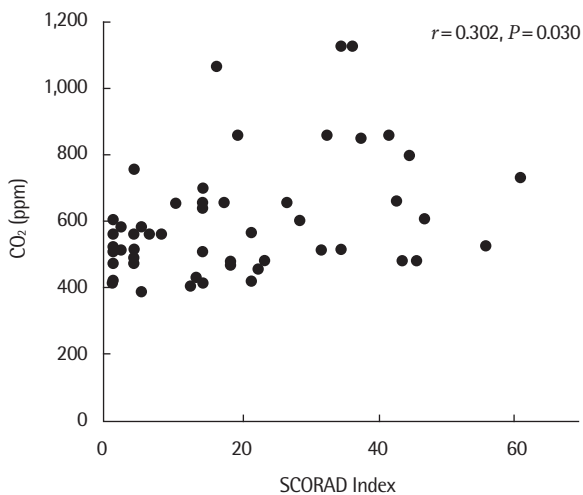


Fig. 1. Correlations between indoor CO₂ concentrations and SCORAD index in socioeconomically disadvantaged children. SCORAD, SCORing Atopic Dermatitis.

유해 인자들은 대체로 양의 상관관계를 나타냈으나 통계적으로 유의한 결과를 얻지는 못했다(Table 5).

고 찰

우리나라 사회적 취약계층 가정의 실내 오염은 환경성 질환과 관련하여 점차 관심이 높아지고 있다. 본 연구 결과 비록 몇몇 가정에서 기준치를 초과하는 실내 오염물질 농도를 보였으나 대체로 매우 심각한 상황은 아닌 것으로 나타났다. 이는 본 연구의 사회취약가정에서의 비교적 높지 않은 실내 환경 유해 요인 농도는 대상집단 수가 적으며, 장기적인 노출 연구가 아닌 한 시점의 오염물질 농도를 측정했기 때문으로 단면적(cross-sectional)인 측정을 통한 결과값으로 지속적인 노출에 대한 장기적이고 체계적인 환경 모니터링이 필요할 것이다.

사회경제적으로 취약한 계층 가구의 경우 일반가구보다 열악하고 비위생적인 주거환경에서 생활하게 되며 비효율적인 환기 시스템으로 실내 유해인자 농도가 높게 나타난다.⁸⁾ 화학적 유해 인자에 대한 노출은 물론이고, 유해생물이 서식하기 좋은 환경은 곰팡이, 집먼지진드기 등 미생물의 서식도 문제가 되고 있다.¹⁴⁾ 이러한 생물화학적 유해 환경은 사회적으로 문제가 되고 있는 아토피피부염을 비롯한 각종 만성 환경성 질환을 유발 또는 악화시킬 수 있다.¹⁵⁾ 최근 본 연구진은 개보수 경험이 있는 저소득층 가구에서의 곰팡이 및 집먼지진드기의 농도가 그러하지 않은 가정에 비해 오히려 각각 38%와 17% 더 높은 것으로 보고한 바 있다.⁴⁾ 이는, 저소득층 가구의 잦은 소규모 개보수는 일시적인 환경 유해 요인에 대한 임시 해결책이며 열악한 환경의 근본적인 해소는 아닌 것으로 생각된다.

본 연구에서는 취약계층 가정 내 이산화탄소, 총휘발성 유기화합물, 포름알데하이드 등의 농도를 측정된 결과, 이산화탄소의 농

도가 우리나라 다중이용시설 기준치(1,000 ppm)를 초과한 대상자는 3명이었으며, 이산화탄소 농도는 아토피피부염 중증도와 유의한 양의 상관관계를 보였다. 이산화탄소는 실내 공기질을 대표하는 지표로 사용되어 옴에 따라⁶⁾ 즉, 전반적인 실내 공기질 저하가 아토피피부염 증상과 관련이 있을 것으로 추측해 볼 수 있다. 다행스럽게도 총휘발성 유기화합물이나 포름알데하이드 농도는 기준치를 초과하는 가정은 없었다.

미세먼지의 경우 대상자 가정 내 평균 농도가 26.6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로 비교적 낮은 농도를 보였으며 기준치(100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) 이상의 농도를 보인 대상자 가정은 2곳이었다. 근래에 실내에서 생활하는 시간이 길어지고 실내 미세먼지 배출과 관리가 중요한 환경 문제로 대두되고 있는데, 본 연구 대상자의 가정에서는 비교적 안전한 농도를 보였다. 하지만 실내 미세먼지 농도는 실내에서의 활동이나 조리, 청소 등 일상적인 활동에 의해 그 농도의 변화가 매우 큰 것으로 알려져 있다. 측정 당시 대상자 가정에서 미세먼지 농도가 비교적 낮게 나타난 것은 대체로 측정을 위해 가정을 방문할 때 사전에 평소 그대로의 가정 내 모습을 재현할 것을 당부함에도 불구하고 많은 수의 가정에서 청소, 환기 등을 미리 하는 경우가 많아 평소의 농도에 비해 낮게 측정되었을 가능성을 고려할 필요가 있다. 본 연구에서는 아토피피부염 중증도와 미세먼지 농도와의 직접적인 상관관계를 밝히지는 못했지만 최근 다른 연구 결과에 의하면 높은 실내 미세먼지 농도는 천식 등 호흡기 증상뿐 아니라 아토피피부염에도 영향을 미치는 것으로 되어 있어 향후에도 꾸준한 관리가 필요한 요인이다.¹⁶⁾

본 연구 대상자들의 약 2/3에서 한 개 이상의 알레르겐에 감작을 보였으며, 집먼지진드기와 식품항원에서 가장 높은 감작률을 보였다. 먼지 1 g당 집먼지진드기 100마리 또는 2 μg 이상의 알레르겐 농도에서 집먼지진드기에 대한 감작이 시작되었다고 알려져 있다.¹⁷⁾ 본 연구에서 집먼지진드기가 먼지 1 g당 100마리 이상 검출된 대상자는 4명(7.4%)이었으며 실제로 이들 가정의 대상자에서 집먼지진드기 감작률은 100%로 대상자 평균(25.9%)에 비해 매우 높게 나타났다. 또 16명의 가정에서 집먼지진드기 개체 수가 20~99마리, 34명의 가정에서는 0~20마리로 측정되었다.

가정 내 부유 진균의 평균 농도는 약 50 CFU/ m^3 으로 세계보건기구(World Health Organization) 실내 공기질 권고 기준(500 CFU/ m^3)¹⁸⁾ 이하로 나타났고 권고 기준치 이상의 가정은 하나도 없었다. 부유 진균의 농도가 높은 가정에서는 당장에 주거환경 개선이 어려운 경우에 실내 금연, 잦은 환기와 청소 등의 생활습관 개선만으로도 상당한 개선 효과를 거둘 수 있을 것으로 생각한다.¹⁹⁾ 향후 부유 진균의 농도에 영향을 주는 주택의 노후, 주택 층수, 주택의 형태 및 방위 또는 침수 등의 주택의 특성뿐만 아니라 환기 빈도, 실내 흡연 등 생활습관 등의 인자들에¹⁹⁾ 대해서도 면밀한 조사가 이루어져야 할 것이다.

본 연구 대상자들은 현재 또는 과거에 아토피피부염을 앓았던 소아들로서 조사 당시 SCORAD 지수가 40점 이상인 중증 아토피 피부염은 8명(14.8%), 중등도 아토피피부염은 26명(48.1%)으로 중등도 이상의 중증도 환아가 전체의 63%였다. 대상자 수가 비교적 적어 비록 이들 대상자의 아토피피부염 중증도와 가정 내 이산화탄소 농도 외 다른 환경 유해 인자 농도 사이의 직접적인 통계적 연관성은 도출할 수 없었지만, 대체적으로 임상적인 중증도 또는 현증 아토피피부염 환자에서 가정 내 유해 인자 농도가 비교적 높게 나타나는 것으로 보아 아토피피부염 증상의 유발 및 악화와 실내 환경 인자의 관계가 있을 것으로 생각된다(data not shown).

본 연구에서는 일반가구의 실내 환경에 대한 측정이 동시에 이루어지지 않아 취약계층 가구에 있어서 유해 환경의 상대적 오염도를 직접 비교할 수는 없었다. 우리나라에서 취약계층과 일반가구의 실내 환경 유해 인자를 비교한 과거 연구에 따르면¹⁴⁾ 취약계층 가구의 생활 환경이 일반가구에 비해 진균, 대장균, 황색포도상구균 등에 의한 생물학적 오염이 높게 나타났다. 이러한 실내 오염 유해 인자들은 각각의 노출 영향 이외에도 실생활에서 함께 섞여서 동시에 노출된다는 점에서 유해 인자 혼합물이 어떻게 건강 영향을 미치는지에 대해서는 좀 더 연구가 필요한 실정이다.

일반적으로 취약계층은 열악한 실내 환경에 거주하여 각종 유해 환경에의 노출이 매우 심각하며, 지속적인 유해 인자 노출은 각종 만성 질환의 원인 및 악화 요인의 증가로 작용할 수 있다. 최근에 본 연구진에 의한 “지방자치단체 중심의 아토피 예방관리 사업” 연구에서²⁰⁾ 알레르기 질환 교육과 생활환경개선 등의 프로그램 등을 통해 아토피피부염 증상 개선 효과를 입증한 바 있으며, 이러한 환경개선관리가 질환치료비용 및 질환의 유병률 감소 효과를 얻을 수 있을 것이다. 본 연구의 결과는, 저소득층뿐 아니라 사회적인 관심에서 소외되고 있는 다문화 가정 등 사회적 취약계층 대상자에 대한 적절한 환경 관리와 지원을 위한 기초자료로서 활용할 수 있을 것이다. 결론적으로 우리나라 사회취약계층의 생활환경은 생물화학적 오염에 상대적으로 높게 노출되어 있는 것으로 알려져 있으나 본 연구에서는 직접적인 연관성을 규명하지는 못했다. 향후 더 많은 연구가 필요하며 연관성이 규명된다면 취약계층에 대한 더욱 집중적이고 선택적인 관리 및 적절한 환경개선관리 등 생활공간형 환경보건정책 수립을 통해 만성 알레르기 질환의 저감에 기여할 수 있을 것이다.

감사의 글

본 연구는 환경부 지정 고려대학교 안암병원 천식환경보건센터 연구비와(2014년) 고려대학교 알레르기면역연구소의 한국연구재단 연구비(2012R1A1A3014036) 지원으로 일부 이루어졌습니다.

REFERENCES

1. Baek JO, Hong S, Son DK, Lee JR, Roh JY, Kwon HJ. Analysis of the prevalence of and risk factors for atopic dermatitis using an ISAAC questionnaire in 8,750 Korean children. *Int Arch Allergy Immunol* 2013; 162:79-85.
2. Bakke JV, Wieslander G, Norback D, Moen BE. Eczema increases susceptibility to PM10 in office indoor environments. *Arch Environ Occup Health* 2012;67:15-21.
3. Ahn K. The role of air pollutants in atopic dermatitis. *J Allergy Clin Immunol* 2014;134:993-9.
4. Seo S, Kim D, Paul C, Yoo Y, Choung JT. Exploring household-level risk factors for self-reported prevalence of allergic diseases among low-income households in Seoul, Korea. *Allergy Asthma Immunol Res* 2014; 6:421-7.
5. Wen HJ, Chen PC, Chiang TL, Lin SJ, Chuang YL, Guo YL. Predicting risk for early infantile atopic dermatitis by hereditary and environmental factors. *Br J Dermatol* 2009;161:1166-72.
6. Matsunaga I, Miyake Y, Yoshida T, Miyamoto S, Ohya Y, Sasaki S, et al. Ambient formaldehyde levels and allergic disorders among Japanese pregnant women: baseline data from the Osaka maternal and child health study. *Ann Epidemiol* 2008;18:78-84.
7. Ou CQ, Hedley AJ, Chung RY, Thach TQ, Chau YK, Chan KP, et al. Socioeconomic disparities in air pollution-associated mortality. *Environ Res* 2008;107:237-44.
8. O'Neill MS, Jerrett M, Kawachi I, Levy JI, Cohen AJ, Gouveia N, et al. Health, wealth, and air pollution: advancing theory and methods. *Environ Health Perspect* 2003;111:1861-70.
9. Hanifin JM, Rajka G. Diagnostic features of atopic dermatitis. *Acta Derm Venereol (Stockh)* 1980;2:44-7.
10. Severity scoring of atopic dermatitis: the SCORAD index. Consensus Report of the European Task Force on Atopic Dermatitis. *Dermatology* 1993;186:23-31.
11. Beydon N, Davis SD, Lombardi E, Allen JL, Arets HG, Aurora P, et al. An official American Thoracic Society/European Respiratory Society statement: pulmonary function testing in preschool children. *Am J Respir Crit Care Med* 2007;175:1304-45.
12. Dweik RA, Boggs PB, Erzurum SC, Irvin CG, Leigh MW, Lundberg JO, et al. An official ATS clinical practice guideline: interpretation of exhaled nitric oxide levels (FENO) for clinical applications. *Am J Respir Crit Care Med* 2011;184:602-15.
13. Seo SC, Dong SH, Kang IS, Yeun KN, Choung JT, Yoo Y, et al. The clinical effects of forest camp on children with atopic dermatitis. *J Korean Inst For Recreat* 2012;6:21-31.
14. Kang MS. A survey of biological contaminations in a residential environment of the selected disadvantaged households [dissertation]. Seoul: Korea University; 2011.
15. Dei-Cas I, Dei-Cas P, Acuna K. Atopic dermatitis and risk factors in poor children from Great Buenos Aires, Argentina. *Clin Exp Dermatol* 2009; 34:299-303.
16. Kim HO, Kim JH, Cho SI, Chung BY, Ahn IS, Lee CH, et al. Improvement of atopic dermatitis severity after reducing indoor air pollutants. *Ann Dermatol* 2013;25:292-7.
17. Dust mite allergens and asthma: a worldwide problem. *J Allergy Clin Immunol* 1989;83(2 Pt 1):416-27.
18. World Health Organization. Environment and health risks: a review of the influence and effects of social inequalities. Geneva: World Health Organization; 2010.

19. Cho YM, Ryu SH, Choi MS, Seo SC, Choung JT, Choi JW. Airborne fungi concentrations and related factors in the home. *J Environ Health Sci* 2013;39:438-46.
20. Seo SC, Cho YM, Ryu SH, Lee SK, Lee JY, Choung JT. Evaluation of effectiveness for an atopy prevention program operated by a local government. *J Environ Health Sci* 2013;39:383-90.